

PROJECTION LENS AND PROJECTION DISPLAY DEVICE

Patent Number: JP6160708
Publication date: 1994-06-07
Inventor(s): MITO SHINYA; others: 01
Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent: ☐ JP6160708
Application Number: JP19920314812 19921125
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B13/16; G02B13/18; H04N5/74
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide the projection display device which is excellent in compactability, bright, and displays a projection image of a high picture quality, with regard to the projection lens which has a wide view angle and a large aperture, and also, a telecentric property, and the projection display device using this projection lens.

CONSTITUTION: A first lens group G1 of negative power, a second lens group G2 of positive power, and a third lens group G3 of positive power containing the aspherical surface in which power of the peripheral part is weaker than the center part are arranged in order from a screen side. In such a way, by arranging a third lens group G3 in the vicinity of a light valve, a telecentric conversion and a distortion aberration correction can be attained satisfactorily without deteriorating the balance of various aberrations of the whole system.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開平6-160708

(43) 公開日 平成6年(1994)6月7日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 13/16		9120-2K		
13/18		9120-2K		
H 0 4 N 5/74	A	9088-5C		

審査請求 未請求 請求項の数28(全 18 頁)

(21) 出願番号	特願平4-314812	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成4年(1992)11月25日	(72) 発明者	三戸 真也 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	田中 孝明 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 小畑治 明 (外2名)

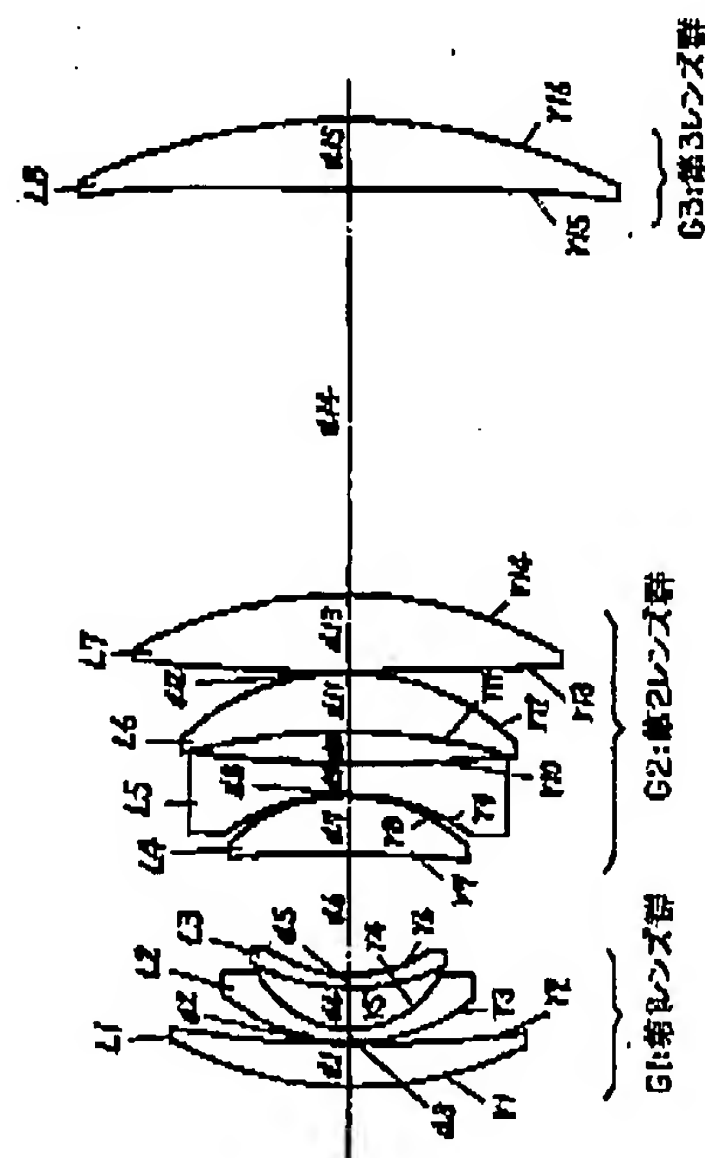
(54) 【発明の名称】 投写レンズおよび投写型表示装置

(57) 【要約】

【目的】 広画角でありながら大口径で、かつテレセントリック性を有する投写レンズと、この投写レンズを用いた投写型表示装置に関するもので、コンパクト性に優れ、明るく、高画質の投写画像を表示する投写型表示装置を提供する。

【構成】 スクリーン側から順に負パワーの第1レンズ群G1と、正パワーの第2レンズ群G2と、中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を含む正パワーの第3レンズ群G3を配置する。

【効果】 第3レンズ群G3をライトバルブの近傍に配置することにより全系の諸収差のバランスを劣化させることなくテレセントリック化と歪曲収差補正を良好に達成できる。



(2)

特開平6-160708

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】光源から出射した光を映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成するライトバルブに照射、透過させ、前記ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、前記スクリーン側から順に負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を含む正パワーの第3レンズ群とを備え、テレセントリック性を有することを特徴とする投写レンズ。

【請求項2】以下の条件を満足する請求項1記載の投写レンズ。

【数1】

$$-1.9 < f_{G1}/f < -1.5$$

【数2】

$$0.33 < d_0/f < 0.43$$

ただし、 f は全系の合成焦点距離、 f_{G1} は第1レンズ群の合成焦点距離、 d_0 は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の空気間隔である。

【請求項3】第1レンズ群はスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成されていることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項4】第1レンズ群はスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、正レンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成されていることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項5】第2レンズ群はスクリーン側から順に、正レンズ、両凹レンズ、凹面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズ、両凸レンズで構成されていることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項6】第3レンズ群はライトバルブの近傍に配置されていることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項7】第3レンズ群はプラスチックレンズであることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項8】第3レンズ群は外形が長方形であることを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項9】第2レンズ群と第3レンズ群の間に平面ミラーを配置したことを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項10】第3レンズ群を固定し、第1レンズ群と第2レンズ群を光軸方向に移動することによりフォーカス調整を行うようにしたことを特徴とする請求項1記載の投写レンズ。

【請求項11】光源から出射した光を映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成するライトバルブに照射、透過させ、前記ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、前記スクリ

ン側から順に負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、ダイクロイックプリズムと、中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を含む正パワーの第3レンズ群とを備え、テレセントリック性を有することを特徴とする投写レンズ。

【請求項12】以下の条件を満足する請求項11記載の投写レンズ。

【数3】

$$-1.9 < f_{G1}/f < -1.5$$

【数4】

$$0.33 < d_0/f < 0.43$$

ただし、 f は全系の合成焦点距離、 f_{G1} は第1レンズ群の合成焦点距離、 d_0 は前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の空気間隔である。

【請求項13】第1レンズ群はスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成されていることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項14】第1レンズ群はスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、正レンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成されていることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項15】第2レンズ群はスクリーン側から順に、正レンズ、両凹レンズ、凹面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズ、両凸レンズで構成されていることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項16】第3レンズ群はライトバルブの近傍に配置されていることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項17】第3レンズ群はプラスチックレンズであることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項18】第3レンズ群は外形が長方形であることを特徴とする請求項11記載の投写レンズ。

【請求項19】第3レンズ群とダイクロイックプリズムを固定し、第1レンズ群と第2レンズ群を光軸方向に移動することによりフォーカス調整を行うようにしたことを特徴とする請求項11記載の投写型レンズ。

【請求項20】光源と、色分解光学手段と、フィールドレンズと、映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成する3つのライトバルブと、3つの投写レンズとを備え、前記光源から出射した光は前記色分解光学手段によって青、緑、赤の3原色光に分解され、前記各3原色光はそれぞれ対応する前記ライトバルブを照射し、前記ライトバルブ上に形成されたそれぞれの光学像は前記3つの投写レンズによりスクリーン上に拡大投写され、前記投写レンズとして請求項1記載の投写レンズを用いたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項21】光源と、色分解光学手段と、フィールド

(3)

特開平6-160708

3

レンズで構成される照明光学系は、ライトバルブに斜めから照明するようにしたことを特徴とする請求項20記載の投写型表示装置。

【請求項22】ライトバルブは液晶表示装置であることを特徴とする請求項20記載の投写型表示装置。

【請求項23】光源と、色分解光学手段と、フィールドレンズと、映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成する3つのライトバルブと、色合成手段と、投写レンズとを備え、前記光源から出射した光は前記色分解光学手段によって青、緑、赤の3原色光に分解され、前記各3原色光はそれぞれ対応する前記ライトバルブを照射し、前記ライトバルブ上に形成されたそれぞれの光学像は前記色合成手段により1つに合成されたのち、前記投写レンズによりスクリーン上に拡大投写され、前記色合成手段および前記投写レンズとして請求項11記載の投写レンズを用いたことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項24】投写レンズは第1レンズ群と第2レンズ群を1つ、第3レンズ群を3つ用いたことを特徴とする請求項23記載の投写型表示装置。

【請求項25】光源と、色分解光学手段と、フィールドレンズで構成される照明光学系は、ライトバルブに斜めから照明するようにしたことを特徴とする請求項23記載の投写型表示装置。

【請求項26】ライトバルブは液晶表示装置であることを特徴とする請求項23記載の投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズ、およびこの投写レンズを用いた投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】大画面映像を得るために、ライトバルブに映像信号に応じた光学像を形成し、その光学像に光を照射し、投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する方法が従来よりよく知られている。最近では、ライトバルブとして液晶表示装置を用いる投写型表示装置が注目されている。

【0003】この液晶表示装置を用いた投写型表示装置の概略構成を(図17)に示す。光源1から出た光は液晶表示装置2を透過して投写レンズ3に入射する。液晶表示装置2は、入射側偏光板4、液晶セル5、出射側偏光板6で構成されている。液晶セル5は、2枚のガラス基板7、8の間にツイストネマティック液晶9を封入したものであり、ガラス基板7、8の液晶層側面には、マトリックス状透明電極が設けられている。入射側偏光板4と出射側偏光板6の各吸収軸は、直交しており、垂直走査方向に対して45°の角度をなしている。透明電極に電圧を印加しない場合、入射側偏光板を出射した直線

4

偏光が液晶セル5内で旋光性により90°回転するので、透過率は最大となる。電圧を印加すると電圧に応じて旋光性が減少し、透過率が減少する。このようにして、液晶表示装置2に透過率の変化として映像信号に応じた光学像が形成され、この光学像は投写レンズ3によりスクリーン10上に拡大投写される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】光源から出射する光線に対して液晶表示装置の透過効率を大きくし、かつ映像信号に応じて液晶表示装置上に形成される光学像を高いコントラストでスクリーン上に投写するには、液晶表示装置が視野角依存性を有するために、液晶表示装置に対してある特定の角度で入射する光束を投写光束として利用しなければならない。従って、コントラストの均一性を高めるため、投写レンズは軸外の主光線が光軸と平行になるようにテレセントリック性を有することが望ましい。

【0005】また、液晶表示装置はマトリックス電極を用いて駆動されるため、電気的に投写画像の図形歪を補正することは困難である。このことから、投写レンズの歪曲収差はできる限り小さいことが必要である。

【0006】しかしながら、投写レンズに要求される以上のような性能は、投写型表示装置のセットサイズのコンパクト化を図るために要求される投写レンズの広面角化を困難にするものであった。

【0007】本発明は上記の問題を鑑み、広面角でありながら、歪曲収差が小さく、テレセントリック性を有し、かつ大口径の投写レンズと、この投写レンズを用いてコンパクト性に優れ、明るく、高画質の投写画像を表示する投写型表示装置を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明の第1の投写レンズは、光源から出射した光を映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成するライトバルブに照射、透過させ、ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、スクリーン側から順に負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を含む正パワーの第3レンズ群とを備え、テレセントリック性を有するものである。

【0009】また、本発明の第2の投写レンズは、光源から出射した光を映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成するライトバルブに照射、透過させ、ライトバルブ上の光学像をスクリーン上に拡大投写する投写レンズであって、スクリーン側から順に負パワーの第1レンズ群と、正パワーの第2レンズ群と、ダイクロイックプリズムと、中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を含む正パワーの第3レンズ群とを備え、テレセントリック性を有するものである。

【0010】本発明の第1の投写型表示装置は、光源

(4)

特開平6-160708

5

と、色分解光学手段と、フィールドレンズと、映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成する3つのライトバルブと、3つの投写レンズとを備え、光源から出射した光は色分解光学手段によって青、緑、赤の3原色光に分解され、各3原色光はそれぞれ対応するライトバルブを照射し、ライトバルブ上に形成されたそれぞれの光学像は3つの投写レンズによりスクリーン上に拡大投写され、投写レンズとして上記の第1の投写レンズを用いたものである。

【0011】また、本発明の第2の投写型表示装置は、光源と、色分解光学手段と、フィールドレンズと、映像信号に応じて透過効率の変化として光学像を形成する3つのライトバルブと、色合成手段と、投写レンズとを備え、光源から出射した光は色分解光学手段によって青、緑、赤の3原色光に分解され、各3原色光はそれぞれ対応するライトバルブを照射し、ライトバルブ上に形成されたそれぞれの光学像は色合成手段により1つに合成されたのち、投写レンズによりスクリーン上に拡大投写され、色合成手段、および投写レンズとして上記の第2の投写レンズを用いたものである。

【0012】

【作用】本発明の投写レンズの第1群レンズと第2群レンズはレトロフォーカス型レンズを構成し、周辺光量の低下を招くことなく広面角化を達成することができる。しかし、一般に広角レンズでFナンバーを小さくしようとすると歪曲収差、非点収差、倍率色収差などの軸外収差を発生しやすく、また、テレセントリックにしようと

6

するとレンズ径が大きくなり、レンズ系全長が長くなりやすい。

【0013】そこで、液晶表示装置の近傍に非球面を有する第3レンズ群を配置することで、球面収差、軸上色収差などの補正にほとんど悪影響を与えずに軸外収差を良好に補正することができる。また、正パワーを持つ第3レンズ群の非球面形状は中心部のパワーより周辺部のパワーを弱くすることで、テレセントリック化と特に歪曲収差補正を良好に達成できる。さらに、上記したように液晶表示装置の近傍に配置した第3レンズ群によってテレセントリック化がなされるので、第2レンズ群のレンズ径を大きくすることなくコンパクトな構成とすることができる。

【0014】本発明の投写レンズの利点は以上明らかなように、広面角でありながら、歪曲収差が小さく、テレセントリック性を有し、かつ大口径化が実現でき、またこの投写レンズを用いた投写型表示装置はコンパクト性に優れ、明るく、高画質の投写画像を表示することができる。

20 【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0016】第1の実施例の構成を(図1)に、具体的数値を(表1)に示す。

【0017】

【表1】

(5)					特開平6-160708	
					7	8
$f = 56.408$ $F = 2.5$ $\omega = 35.8^\circ$ $m = -15.84$						
G 1	$r_1 = 60.256$	$d_1 = 7.65$	$n_1 = 1.76168$	$\nu_1 = 27.3$		
	$r_2 = 185.082$	$d_2 = 0.20$				
	$r_3 = 91.480$	$d_3 = 2.50$	$n_2 = 1.51872$	$\nu_2 = 64.0$		
	$r_4 = -16.807$	$d_4 = 7.07$				
	$r_5 = 34.451$	$d_5 = 2.36$	$n_3 = 1.51872$	$\nu_3 = 64.0$		
G 2	$r_6 = 22.085$	$d_6 = 20.94$				
	$r_7 = -190.906$	$d_7 = 10.10$	$n_4 = 1.72341$	$\nu_4 = 50.1$		
	$r_8 = -27.036$	$d_8 = 0.20$				
	$r_9 = -33.270$	$d_9 = 5.00$	$n_5 = 1.76168$	$\nu_5 = 27.3$		
	$r_{10} = 209.795$	$d_{10} = 5.55$				
	$r_{11} = -89.472$	$d_{11} = 10.00$	$n_6 = 1.68081$	$\nu_6 = 55.3$		
	$r_{12} = -39.477$	$d_{12} = 0.20$				
G 3	$r_{13} = 486.745$	$d_{13} = 13.00$	$n_7 = 1.68081$	$\nu_7 = 55.3$		
	$r_{14} = -70.689$	$d_{14} = 70.80$				
	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 12.00$	$n_8 = 1.49373$	$\nu_8 = 57.2$		
	$r_{16} = -77.780$					

非球面係数

$$AD_{15} = -3.72550 \times 10^{-7}$$

$$AF_{15} = -3.26589 \times 10^{-14}$$

$$AD'_{16} = 1.65503 \times 10^{-6}$$

$$AD_{16} = 1.49619 \times 10^{-6}$$

$$AE_{16} = -6.87071 \times 10^{-10}$$

$$AF_{16} = 5.55974 \times 10^{-14}$$

$$f_{01}/f = -1.608$$

$$d_6/f = 0.371$$

【0018】G1は第1レンズ群、G2は第2レンズ群、G3は第3レンズ群を示し、L₁は第1レンズを示す。r_jは第j面の曲率半径、d_jは第j面か次の面までの間隔、n_i、ν_iはそれぞれ第iレンズのe線における屈折率、アッペ数である。fは全系の合成焦点距離、FはFナンバー、ωはスクリーン側の半面角、mは拡大倍率である。

【0019】スクリーン側から順に第1レンズ群G1は凸面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズの第1レンズL₁、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズの第2レンズL₂、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズの第3レンズL₃で構成され、第2

レンズ群G2は凹面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズの第4レンズL₄、凹面レンズの第5レンズL₅、凹面をスクリーン側に向けた正メニスカスレンズの第6レンズL₆、凹面レンズの第7レンズL₇で構成され、第3レンズ群G3は中心部に比べ周辺部のパワーが弱い非球面を有する正レンズの第8レンズL₈で構成されている。

【0020】第8レンズ群L₈の非球面形状は次式で与えられる。

【0021】

【数5】

(6)

特開平6-160708

9

10

$$S = \frac{h^2/r_1}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa_1)(h/r_1)^2}} + AD'_1 h^2 + AD_1 h^4 + AE_1 h^6 + AF_1 h^8 + AG_1 h^{10}$$

【0022】ただし、 h は光軸からの高さ、 S はレンズ面の高さ h におけるサグ量、 κ_1 は円錐定数、 AD'_1 、 AD_1 、 AE_1 、 AF_1 、 AG_1 はそれぞれ3次、4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0023】第1レンズ群G1と第2レンズ群G2をレトロフォーカス型レンズの構成とすることにより、周辺光量の低下を招くことなく広面角化ができ、投写距離を短くしてセットのコンパクト化を図ることができる。

【0024】しかし、レトロフォーカス型レンズは一般に、歪曲収差、非点収差、倍率色収差などの軸外収差を発生しやすく、テレセントリック化、およびFナンバーを小さくしようとするときこれらの軸外収差を良好に補正することが困難である。

【0025】そこで、本発明の投写レンズは液晶表示装置の近傍に第3レンズ群G3を設け、この第3レンズ群G3に中心部に比べて周辺部のパワーが弱い第8レンズL₈を配置している。第8レンズL₈を正パワーとすることで第2レンズ群G2のレンズ径を大きくすることなくテレセントリックとすることができ、また中心部に比べて周辺部のパワーを弱くすることで特に負の方向に発生しやすい歪曲収差を良好に補正できる。第8レンズL₈は液晶表示装置の近傍に配置されているので、球面収差や軸上色収差などの軸上収差にはほとんど影響を与えずに上記の目的を達成できる。

【0026】さらに、本発明の投写レンズが望ましい特性を実現するために次の条件を満足する必要がある。

【0027】

【数6】

$$-1.9 < f_{G1}/f < -1.5$$

【0028】

【数7】

$$0.33 < d_0/f < 0.43$$

【0029】ただし、 f は投写レンズ全系の合成焦点距離、 f_{G1} は第1レンズ群G1の合成焦点距離、 d_0 は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間の空気間隔である。

【0030】(数6)の条件は第1レンズ群G1の合成焦点距離 f_{G1} を一定範囲に限定するものである。下限を越えると第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔 d_{12} を所望の間隔にすることが困難となり、テレセントリック化を実現しようとするとき第2レンズ群G2のレンズ径が大きくなって小型軽量化、低コスト化の面で好ましくない。また、上限を越えると第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の負担が大きくなり、第1レンズ群G1で発生する軸外収差をバランス良く補正することが困難

となる。

【0031】(数7)の条件は第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔 d_0 を一定範囲に限定するものである。下限を越えると第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔 d_{12} を所望の間隔にすることが困難となり、テレセントリック化のために第2レンズ群G2、もしくは第3レンズ群G3の負担が大きくなって無理にテレセントリック化を実現しようとするとき、特に軸外収差をバランス良く補正することが困難となる。また、上限を越えると投写レンズの全長が長くなりこれに伴って周辺光量の低下を招く。

【0032】(表1)に示した投写レンズの収差図を(図2)に示す。球面収差において実線はe線(546.07nm)における収差、破線はF線(486.13nm)における収差を示し、非点収差において実線はサジタル方向の収差、破線はメリディオナル方向の収差を示す。(図2)からわかるように、諸収差はバランス良く補正されている。特に歪曲収差は第3レンズG1の非球面の効果により、 $\pm 0.1\%$ 以内に抑えて実用上無視できるまでに補正している。Fナンバーは2.5と明るく、半面角は $\omega = 35.8^\circ$ と広面角である。また、テレセントリック性は主光線と光軸とのなす角度が $\pm 0.5^\circ$ 以内であり、ライトバルブに液晶表示装置を用いた投写型表示装置の投写画像の均一性を実現できる。さらに、最大面角における開口効率は95%以上と非常に高く、周辺光量も十分に確保できる。

【0033】本発明の投写レンズは、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に平面ミラーを配置して構成することもできる。この構成を(図3)に示す。Mは平面ミラー、Pは液晶パネルである。(図3)のようにすることにより、投写型表示装置の投写光学系をよりコンパクトにすることができる。この場合、第3レンズ群G3の第8レンズL₈は液晶パネルPの有効表示領域の応じて、(図3)の点線部のように外形の一部を例えば長方形に切断すればよい。

【0034】第3レンズ群G3の第8レンズL₈はプラスチックレンズとすれば軽量化が図れ、非球面や外形の加工も一体成形などにより容易にできる。

【0035】本発明の投写レンズのフォーカス調整は第3レンズ群G3を固定し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2を光軸方向に微動するとよい。第3レンズ群G3は液晶表示装置の近傍に配置されているうえ、第2レンズ群G2との間隔が長いのでほとんど収差バランスを劣化させることなくフォーカス調整ができる。こうすることにより、(図3)に示したような平面ミラーMを配

(7)

特開平6-160708

11

12

置した構成の場合、投写レンズの鏡筒機構を簡略にすることができる。

* (図6)、(図7)に示す。記号は第1の実施例と同様である。

【0036】次に、第2、第3の実施例の構成をそれぞれ(図4)、(図5)に、具体的数値を(表2)、(表3)に示す。また、各実施例における収差図をそれぞれ*

【0037】
【表2】

$$f = 56.371 \quad F = 2.5 \quad \omega = 35.8^\circ \quad m = -15.82$$

G1	$r_1 = 72.430$	$d_1 = 7.00$	$n_1 = 1.69416$	$\nu_1 = 30.9$
	$r_2 = 254.883$	$d_2 = 0.10$		
	$r_3 = 99.919$	$d_3 = 4.93$	$n_2 = 1.52032$	$\nu_2 = 58.7$
	$r_4 = 17.449$	$d_4 = 5.85$		
	$r_5 = 32.024$	$d_5 = 4.64$	$n_3 = 1.48914$	$\nu_3 = 70.4$
	$r_6 = 21.298$	$d_6 = 19.05$		
G2	$r_7 = -515.622$	$d_7 = 11.98$	$n_4 = 1.71615$	$\nu_4 = 53.7$
	$r_8 = -27.828$	$d_8 = 2.74$		
	$r_9 = -32.777$	$d_9 = 2.69$	$n_5 = 1.76168$	$\nu_5 = 27.3$
	$r_{10} = 224.552$	$d_{10} = 5.01$		
	$r_{11} = -89.471$	$d_{11} = 9.41$	$n_6 = 1.64129$	$\nu_6 = 55.2$
	$r_{12} = -35.141$	$d_{12} = 0.10$		
	$r_{13} = -1052.181$	$d_{13} = 11.99$	$n_7 = 1.68152$	$\nu_7 = 50.6$
G3	$r_{14} = -69.630$	$d_{14} = 53.84$		
	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 12.00$	$n_8 = 1.49373$	$\nu_8 = 57.2$
	$r_{16} = -82.855$			

非球面係数

$$\begin{aligned} AD_{15} &= 7.89456 \times 10^{-8} & AE_{15} &= -9.42273 \times 10^{-11} \\ AF_{15} &= 1.81908 \times 10^{-14} & AG_{15} &= 5.84475 \times 10^{-17} \\ \kappa_{15} &= 5.11868 \times 10^{-1} \\ AD_{16} &= 1.59810 \times 10^{-8} & AE_{16} &= -8.14793 \times 10^{-10} \\ AF_{16} &= 1.07805 \times 10^{-12} & AG_{16} &= 5.88836 \times 10^{-17} \\ f_{G1}/f &= -1.605 & d_8/f &= 0.338 \end{aligned}$$

【0038】

【表3】

(8)					特開平6-160708
¹³ f = 56.374 F = 2.5 ω = 35.8° m = -15.82					¹⁴
G 1	r ₁ =	75.892	d ₁ =	3.00	n ₁ = 1.51872 ν ₁ = 64.0
	r ₂ =	35.983	d ₂ =	5.44	
	r ₃ =	58.242	d ₃ =	7.85	n ₂ = 1.69416 ν ₂ = 30.9
	r ₄ =	-1193.153	d ₄ =	1.21	
	r ₅ =	41.129	d ₅ =	5.26	n ₃ = 1.52033 ν ₃ = 58.7
	r ₆ =	17.531	d ₆ =	23.77	
G 2	r ₇ =	-357.582	d ₇ =	12.07	n ₄ = 1.72341 ν ₄ = 50.1
	r ₈ =	-80.035	d ₈ =	4.44	
	r ₉ =	-39.320	d ₉ =	7.85	n ₅ = 1.81265 ν ₅ = 25.3
	r ₁₀ =	163.673	d ₁₀ =	6.14	
	r ₁₁ =	-108.351	d ₁₁ =	10.10	n ₆ = 1.68081 ν ₆ = 55.3
	r ₁₂ =	-41.860	d ₁₂ =	0.10	
	r ₁₃ =	474.555	d ₁₃ =	13.10	n ₇ = 1.680814 ν ₇ = 55.3
	r ₁₄ =	-75.869	d ₁₄ =	60.00	
G 3	r ₁₅ =	∞	d ₁₅ =	10.34	n ₈ = 1.48373 ν ₈ = 57.2
	r ₁₆ =	-114.036			

非球面係数

AD ₁₅ = -6.48122 × 10 ⁻⁷	AE ₁₅ = -2.75525 × 10 ⁻¹⁰
AF ₁₅ = 2.13052 × 10 ⁻¹³	AG ₁₅ = 5.37426 × 10 ⁻¹⁸
κ ₁₅ = 1.22401	
AD ₁₆ = 5.66207 × 10 ⁻⁷	AE ₁₆ = -8.36630 × 10 ⁻¹⁰
AF ₁₆ = 2.28578 × 10 ⁻¹³	AG ₁₆ = 3.24292 × 10 ⁻¹⁷
f ₀₁ /f = -1.835	d ₆ /f = 0.422

【0039】第2の実施例は第1の実施例と同様の構成であり、第3の実施例は第1の実施例を基本にして第レンズ群G1をスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、正レンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成したものである。第2、第3の実施例も第1の実施例と同様に、広画角でFナンバーが小さく、テレセントリック性を有し、諸収差もバランス良く補正されている。

【0040】本発明の投影レンズは第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間にダイクロイックプリズムを配置して構成することもできる。第4の実施例の構成（図8）に、具体的数値を（表4）に示す。記号は第1の実施例と同様である。

【0041】
【表4】

(9)					特開平6-160708	
					15	16
$f=56.392$ $F=2.5$ $\omega=35.8^\circ$ $m=-15.82$						
G 1	$r_1 = 58.441$	$d_1 = 7.18$	$n_1 = 1.76168$	$\nu_1 = 27.3$		
	$r_2 = 169.938$	$d_2 = 0.10$				
	$r_3 = 31.617$	$d_3 = 9.01$	$n_2 = 1.51872$	$\nu_2 = 64.0$		
	$r_4 = 17.125$	$d_4 = 7.18$				
	$r_5 = 36.116$	$d_5 = 2.63$	$n_3 = 1.51872$	$\nu_3 = 64.0$		
	$r_6 = 20.624$	$d_6 = 20.30$				
G 2	$r_7 = -238.988$	$d_7 = 11.27$	$n_4 = 1.68081$	$\nu_4 = 55.3$		
	$r_8 = -27.476$	$d_8 = 0.10$				
	$r_9 = -38.501$	$d_9 = 2.00$	$n_5 = 1.81265$	$\nu_5 = 25.9$		
	$r_{10} = 184.021$	$d_{10} = 5.09$				
	$r_{11} = -110.484$	$d_{11} = 13.89$	$n_6 = 1.59142$	$\nu_6 = 81.0$		
	$r_{12} = -39.276$	$d_{12} = 0.10$				
	$r_{13} = 411.759$	$d_{13} = 14.39$	$n_7 = 1.680814$	$\nu_7 = 55.3$		
	$r_{14} = -73.995$	$d_{14} = 22.87$				
	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 60.00$	$n_8 = 1.51872$	$\nu_8 = 64.0$		
	$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 5.00$				
G 3	$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 12.00$	$n_{17} = 1.49373$	$\nu_{17} = 57.2$		
	$r_{18} = -93.394$					

非球面係数

$AD_{17} = -2.36773 \times 10^{-4}$	$AE_{17} = -8.26476 \times 10^{-11}$
$AF_{17} = -6.95265 \times 10^{-14}$	$AG_{17} = 9.29229 \times 10^{-18}$
$\kappa_{10} = -1.68554 \times 10^{-1}$	
$AD_{18} = 1.66049 \times 10^{-6}$	$AE_{18} = -7.29577 \times 10^{-14}$
$AF_{18} = 4.00095 \times 10^{-14}$	$AG_{18} = 2.93914 \times 10^{-18}$
$f_{G1}/f = -1.511$	$d_8/f = 0.360$

【0042】第2レンズ群G2と第8レンズ群G3の間にダイクロイックプリズムDPが配置され、第1レンズ群G1、第2レンズ群G2、第3レンズ群G3の構成は第1の実施例と同様である。

【0043】(表4)に示した投写レンズの収差図を(図9)に示す。(図9)からわかるように、諸収差はバランス良く補正されている。Fナンバーは2.5と明るく、半面角は $\omega = 35.8^\circ$ と広面角である。また、テレセントリック性は主光線と光軸とのなす角度が±

0.5°以内であり、最大面角における開口効率は95%以上と非常に高く、周辺光量も十分に確保できる。

【0044】第1の実施例と同様に、第3レンズ群G3の第8レンズL₈はプラスチックレンズとし、液晶表示装置の有効表示領域の応じて、外形を例えば長方形にすれば、小型軽量化、低コスト化に有利ある。

【0045】また、フォーカス調整もダイクロイックプリズムDP、第3レンズ群G3を固定し、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2を光軸方向に微動すればよい。

(10)

特開平6-160708

17

18

【0046】次に、第5、第6の実施例の構成をそれぞれ（図10）、（図11）に、具体的数値を（表5）、（表6）に示す。また、各実施例における収差図をそれぞれ（図12）、（図13）に示す。記号は第1の実施例と同様である。

【0047】
【表5】

$$f=56.366 \quad F=2.5 \quad \omega=35.8^\circ \quad m=-15.82$$

G1	$r_1 = 46.888$	$d_1 = 8.32$	$n_1 = 1.69416$	$\nu_1 = 30.9$
	$r_2 = 146.285$	$d_2 = 0.10$		
	$r_3 = 32.917$	$d_3 = 2.48$	$n_2 = 1.52033$	$\nu_2 = 58.7$
	$r_4 = 16.934$	$d_4 = 6.47$		
	$r_5 = 34.348$	$d_5 = 2.80$	$n_3 = 1.51872$	$\nu_3 = 64.0$
	$r_6 = 20.246$	$d_6 = 21.90$		
G2	$r_7 = -104.459$	$d_7 = 11.91$	$n_4 = 1.72058$	$\nu_4 = 47.7$
	$r_8 = -26.722$	$d_8 = 0.97$		
	$r_9 = -34.596$	$d_9 = 2.00$	$n_5 = 1.76168$	$\nu_5 = 27.3$
	$r_{10} = 258.365$	$d_{10} = 3.22$		
	$r_{11} = -193.138$	$d_{11} = 11.03$	$n_6 = 1.68081$	$\nu_6 = 55.3$
	$r_{12} = -39.780$	$d_{12} = 5.38$		
	$r_{13} = 639.944$	$d_{13} = 12.20$	$n_7 = 1.66104$	$\nu_7 = 57.0$
	$r_{14} = -83.226$	$d_{14} = 13.35$		
	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 60.00$	$n_8 = 1.51872$	$\nu_8 = 64.0$
	$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 5.00$		
G3	$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 10.67$	$n_{17} = 1.49373$	$\nu_{17} = 57.2$
	$r_{18} = -90.391$			

非球面係数

$$\begin{aligned} AD_{17} &= -1.73822 \times 10^{-5} & AE_{17} &= -9.69726 \times 10^{-11} \\ AF_{17} &= -5.56203 \times 10^{-14} & AG_{17} &= 1.41378 \times 10^{-17} \\ \kappa_{18} &= 2.41554 \times 10^{-3} \\ AD_{18} &= 1.60033 \times 10^{-6} & AE_{18} &= -7.07938 \times 10^{-10} \\ AF_{18} &= 4.40211 \times 10^{-14} & AG_{18} &= 5.75041 \times 10^{-18} \\ f_{cl}/f &= -1.649 & d_6/f &= 0.378 \end{aligned}$$

【0048】

【表6】

(11)					特開平6-160708
19					20
$f = 56.350$ $F = 2.5$ $\omega = 35.8^\circ$ $m = -15.81$					
G 1	$r_1 = 70.005$	$d_1 = 3.00$	$n_1 = 1.51872$	$\nu_1 = 64.0$	
	$r_2 = 33.687$	$d_2 = 5.77$			
	$r_3 = 54.460$	$d_3 = 7.58$	$n_2 = 1.76168$	$\nu_2 = 27.3$	
	$r_4 = 2319.635$	$d_4 = 0.26$			
	$r_5 = 51.025$	$d_5 = 5.45$	$n_3 = 1.48914$	$\nu_3 = 70.4$	
G 2	$r_6 = 17.746$	$d_6 = 21.52$			
	$r_7 = -1533.739$	$d_7 = 14.10$	$n_4 = 1.59142$	$\nu_4 = 61.0$	
	$r_8 = -28.671$	$d_8 = 8.62$			
	$r_9 = -44.405$	$d_9 = 2.47$	$n_5 = 1.81265$	$\nu_5 = 25.3$	
	$r_{10} = 144.049$	$d_{10} = 8.07$			
	$r_{11} = -108.525$	$d_{11} = 11.23$	$n_6 = 1.66152$	$\nu_6 = 50.6$	
	$r_{12} = -41.670$	$d_{12} = 0.10$			
	$r_{13} = 353.588$	$d_{13} = 14.29$	$n_7 = 1.66104$	$\nu_7 = 57.0$	
	$r_{14} = -83.226$	$d_{14} = 0.38$			
	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 60.00$	$n_8 = 1.51872$	$\nu_8 = 64.0$	
G 3	$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 5.00$			
	$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 11.64$	$n_{17} = 1.49373$	$\nu_{17} = 57.2$	
	$r_{18} = -110.327$				

非球面係数

$AD_{17} = 6.87765 \times 10^{-4}$	$AE_{17} = -4.28593 \times 10^{-10}$
$AF_{17} = 1.21061 \times 10^{-13}$	$AG_{17} = 1.88803 \times 10^{-17}$
$K_{18} = 2.72204 \times 10^{-1}$	
$AD_{18} = 8.21092 \times 10^{-7}$	$AE_{18} = -7.98598 \times 10^{-10}$
$AF_{18} = 1.62382 \times 10^{-13}$	$AG_{18} = 2.44468 \times 10^{-17}$
$f_{G1}/f = -1.765$	$d_6/f = 0.382$

【0049】第5の実施例は第4の実施例と同様の構成であり、第6の実施例は第4の実施例を基本にして第レンズ群G1をスクリーン側から順に、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズ、正レンズ、凸面をスクリーン側に向けた負メニスカスレンズで構成したものである。第5、第6の実施例も第4の実施例と同様に、広画角でFナンバーが小さく、テレセントリック性を有し、諸収差もバランス良く補正されている。

【0050】(図14)は本発明による投写型表示装置

の実施例の構成を示すもので、11は光源、15は色分解光学系、16、17、18はフィールドレンズ、19、20、21は液晶パネル、29、30、31は投写レンズである。

【0051】液晶パネル19、20、21は入射側偏光板、ツイストネマティック液晶を用いた液晶セル、出射側偏光板で構成されている。また、投写レンズ29、30、31はそれぞれ(図1)、(表1)に示したものを、第1、第2レンズ群26、27、28と第3レン

(12)

特開平 8-160708

21

ズ群 22, 23, 24 との間には平面ミラー 25 を配置している。

【0052】光源 11 から出射した光は 3 枚のダイクロイックミラー 12, 13, 14 で構成される色分解光学系 15 によって青、緑、赤の 3 色に分解され、3 色の光はそれぞれ対応するフィールドレンズ 16, 17, 18 を透過して液晶パネル 19, 20, 21 に照射する。液晶パネル 19, 20, 21 上の光学像は投写レンズ 29, 30, 31 によりスクリーン (図示せず) 上へ拡大投写される。

【0053】本発明の投写型表示装置のキャビネット内の構成を (図 15) に示す。キャビネット 41 の前側上部にスクリーン 42 が配置され、下部後方に投写器 43 が配置されている。投写器 43 の構成は (図 6) に示したものと同一である。投写器 43 から出射した光は平面ミラー 44, 45 を経てスクリーン 42 上に投写画像を形成する。

【0054】(図 14)、(図 15) に示した構成は投写レンズ 29, 30, 31 として (図 1) に示したものをを用いることにより、コンパクトに構成でき、明るく、高解像度の投写画像を表示できる。さらに、投写レンズ 29, 30, 31 はテレセントリック性を有するので、液晶パネル 19, 20, 21 に視野角依存性がある場合でもコントラストの均一性に優れた投写画像を表示することができる。

【0055】一般に、ツイストネマティック液晶を用いた液晶パネルは入射する光線の入射角が 0° よりもやや傾いた場合のほうがより高コントラストの投写画像を表示できる。光源 11、色分解光学系 15、フィールドレンズ 16, 17, 18 で構成される照明光学系の F ナンバーが投写レンズ 29, 30, 31 の F ナンバーよりも大きい場合は、照明光学系の光軸を投写レンズ 29, 30, 31 の光軸に対してやや傾けて配置し、液晶パネル 19, 20, 21 には斜めから照明した光を投写画像として用いれば明るさを損なうことなく高コントラストの投写画像を表示できる。本発明の投写レンズは F ナンバーが 2.5 と大口径であるので、実用上問題なく高輝度化、高コントラスト化が実現できる。

【0056】(図 16) は本発明による投写型表示装置の他の実施例の構成を示すもので、51 は光源、55 は色分解光学系、58, 59, 60 はフィールドレンズ、61, 62, 63 は液晶パネル、69 は投写レンズである。

【0057】液晶パネル 61, 62, 63 は入射側偏光板、ツイストネマティック液晶を用いた液晶セル、出射側偏光板で構成されている。また、投写レンズ 69 は (図 8)、(図 4) に示したものを基本として用い、3 つの第 3 レンズ群 64, 65, 66 と、1 つのダイクロイックプリズムからなる色合成光学系 67 と 1 つの第 1、第 2 レンズ群 68 で構成されている。

22

【0058】光源 51 から出射した光は 3 枚のダイクロイックミラー 52, 53, 54 で構成される色分解光学系 55 と平面ミラー 56, 57 によって青、緑、赤の 3 色に分解され、3 色の光はそれぞれ対応するフィールドレンズ 58, 59, 60 を透過して液晶パネル 61, 62, 63 に照射する。液晶パネル 61, 62, 63 上の光学像は投写レンズ 69 により 1 つに合成された後、スクリーン (図示せず) 上へ拡大投写される。

【0059】(図 16) に示した構成も投写レンズ 69 として (図 8) に示したものをを用いることにより、コンパクトに構成でき、明るく、高解像度の投写画像を表示できる。また、投写レンズ 69 の第 1、第 2 レンズ群 68 を 1 つにできるのでより軽量化を図ることができる。さらに、投写レンズ 69 はテレセントリック性を有するので、液晶パネル 61, 62, 63 に視野角依存性がある場合でもコントラストの均一性に優れた投写画像を表示することができる。

【0060】また、(図 16) に示した構成の場合も投写レンズの F ナンバーが 2.5 と大口径であるので、光源 51、色分解光学系 55、平面ミラー 56, 57、フィールドレンズ 58, 59, 60 で構成される照明光学系の光軸を投写レンズ 69 の光軸に対してやや傾けて配置し、液晶パネル 61, 62, 63 には斜めから照明した光を投写画像として用いれば明るさを損なうことなく高コントラストの投写画像を表示できる。

【0061】なお、本実施例の投写型表示装置ではいずれもライトバルブとしてツイストネマティック液晶を用いた液晶表示装置を用いたが、他の方式の液晶表示装置や電気光学結晶を用いるものなど、光学特性の変化として光学像を形成する透過型のものであればライトバルブとして用いることができる。

【0062】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、広四角でありながら、歪曲収差が小さく、テレセントリック性を有し、かつ大口径化の投写レンズを提供できる。また、この投写レンズを用いることにより、コンパクト性に優れ、明るく、高画質の投写画像を表示する投写型表示装置を提供することができ非常に大きな効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の投写レンズの第 1 の実施例における断面構成図

【図 2】本発明の投写レンズの第 1 の実施例における収差図

【図 3】本発明の投写レンズの配置例を示す概略構成図

【図 4】本発明の投写レンズの第 2 の実施例における断面構成図

【図 5】本発明の投写レンズの第 3 の実施例における断面構成図

【図 6】本発明の投写レンズの第 2 の実施例における収差図

(13)

特開平6-160708

23

24

【図7】本発明の投写レンズの第3の実施例における収差図

【図8】本発明の投写レンズの第4の実施例における断面構成図

【図9】本発明の投写レンズの第4の実施例における収差図

【図10】本発明の投写レンズの第5の実施例における断面構成図

【図11】本発明の投写レンズの第6の実施例における断面構成図

【図12】本発明の投写レンズの第5の実施例における収差図

【図13】本発明の投写レンズの第6の実施例における

収差図

【図14】本発明の投写型表示装置の投写器の構成を示す斜視図

【図15】本発明の投写型表示装置のキャビネット内の光学系の構成を示す側断面構成図

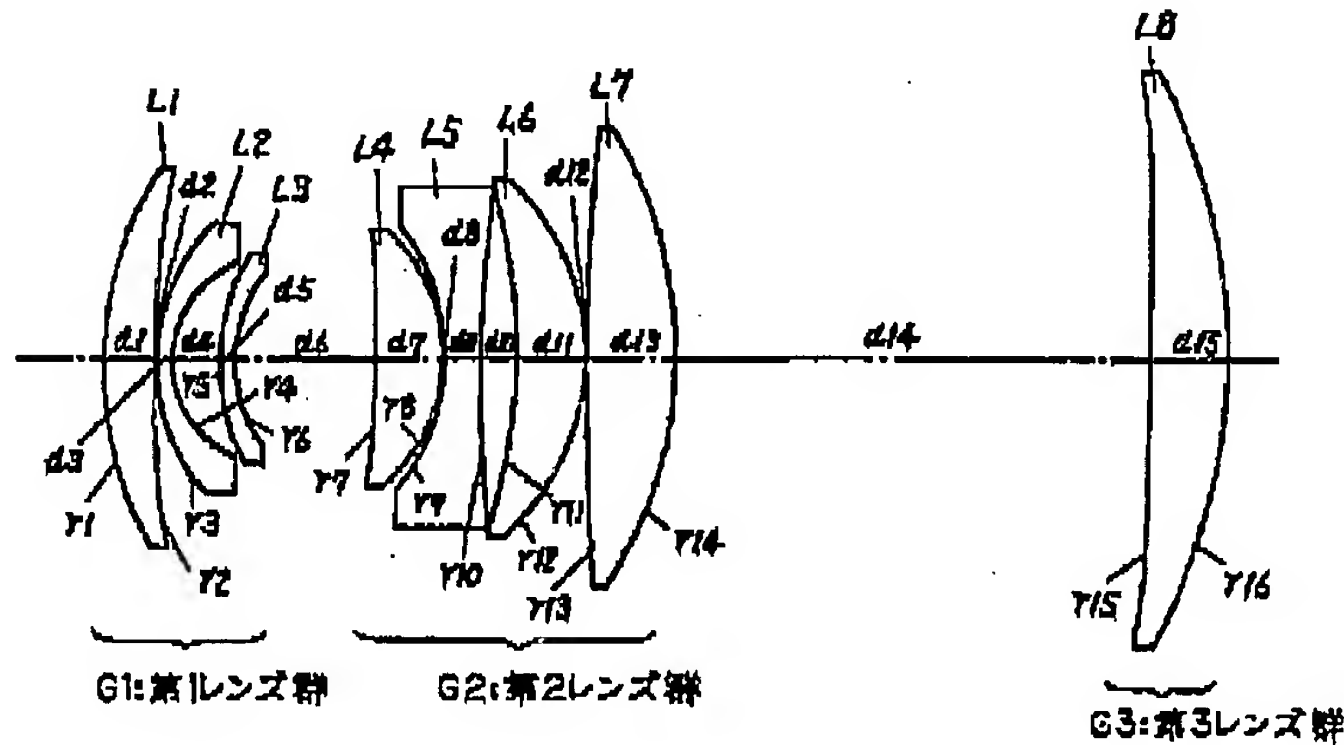
【図16】本発明の他の投写型表示装置の投写器の構成を示す概略構成図

【図17】従来の投写型表示装置の概略構成図

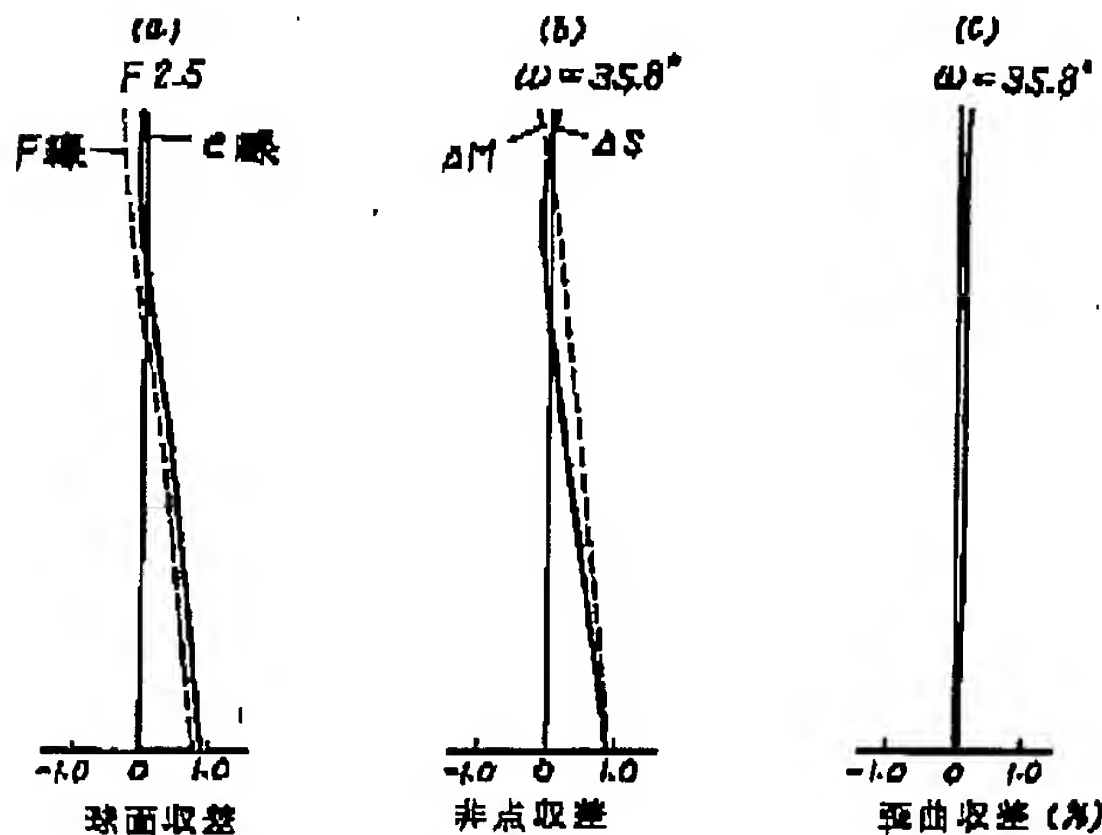
【符号の説明】

- 10 11、51 光源
15、56 色分解光学系
19、20、21、61、62、63 液晶パネル
29、30、31、69 投写レンズ

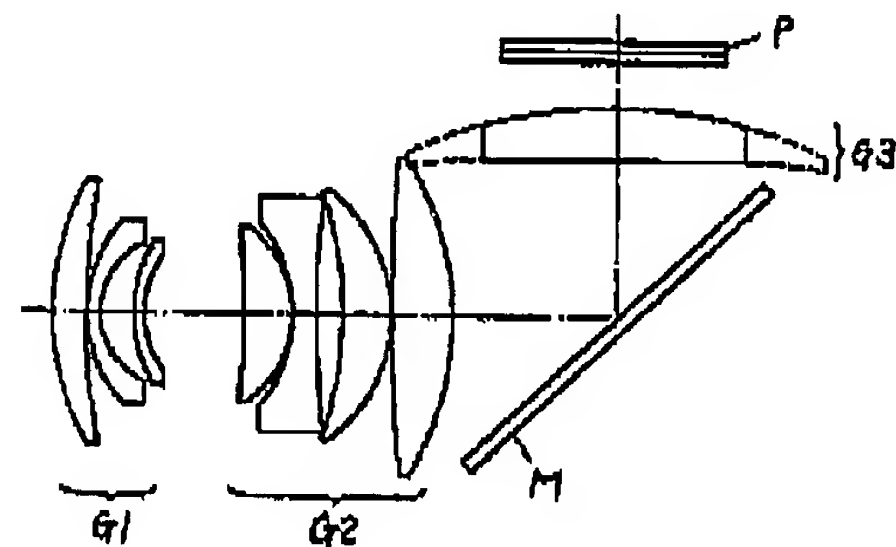
【図1】



【図2】



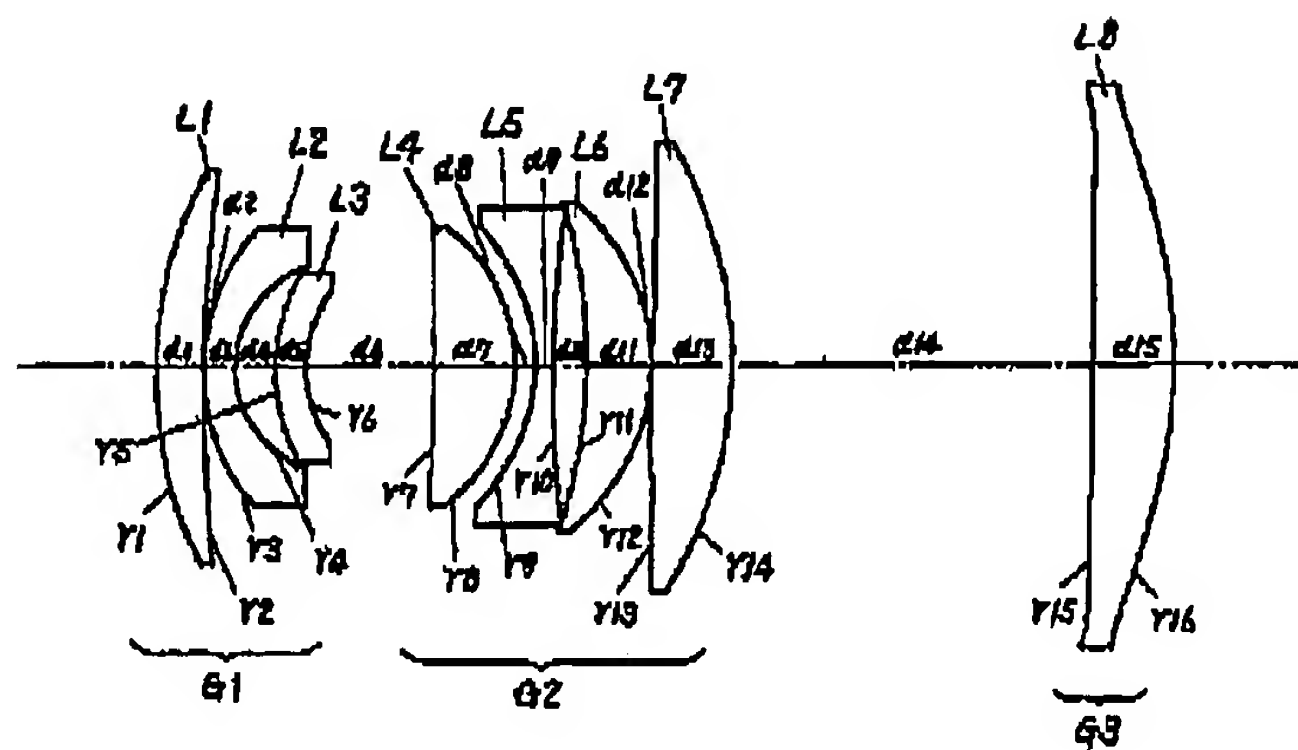
【図3】



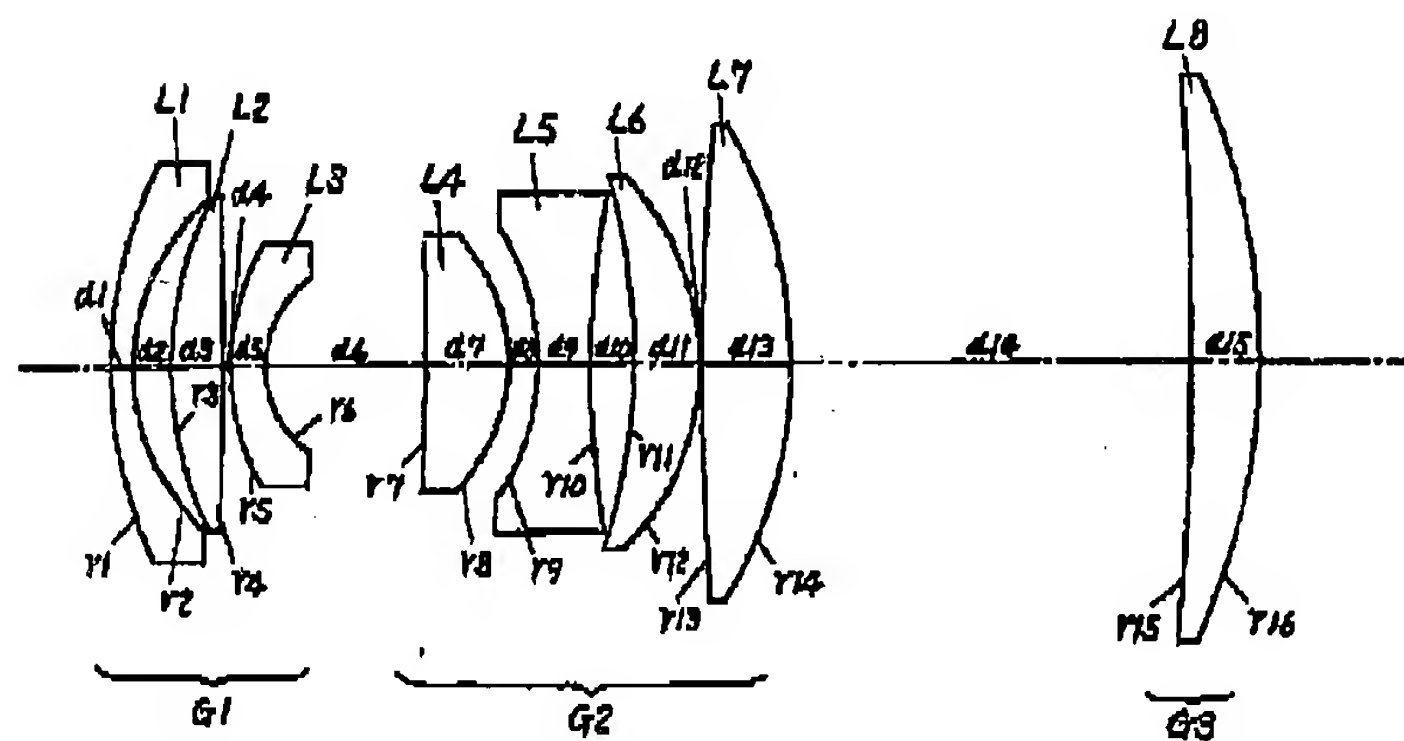
(14)

特開平6-160708

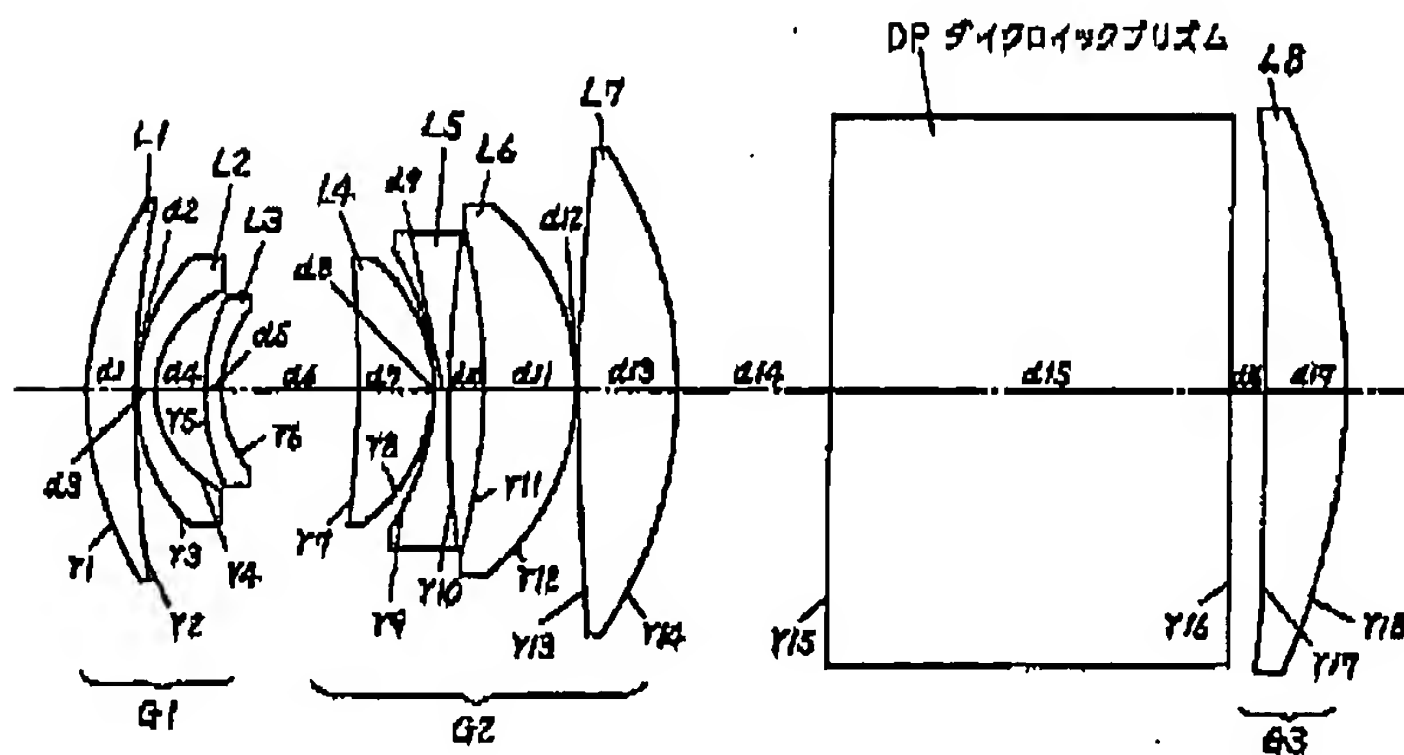
【図4】



【図5】



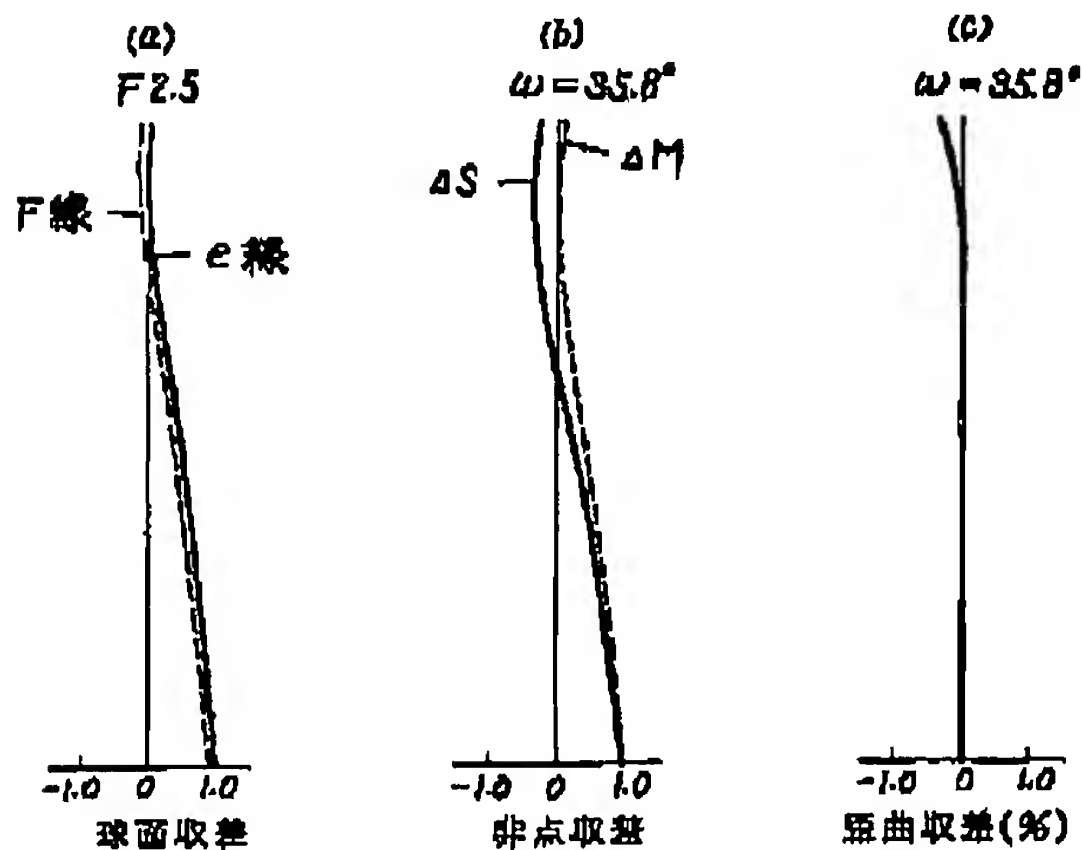
【図8】



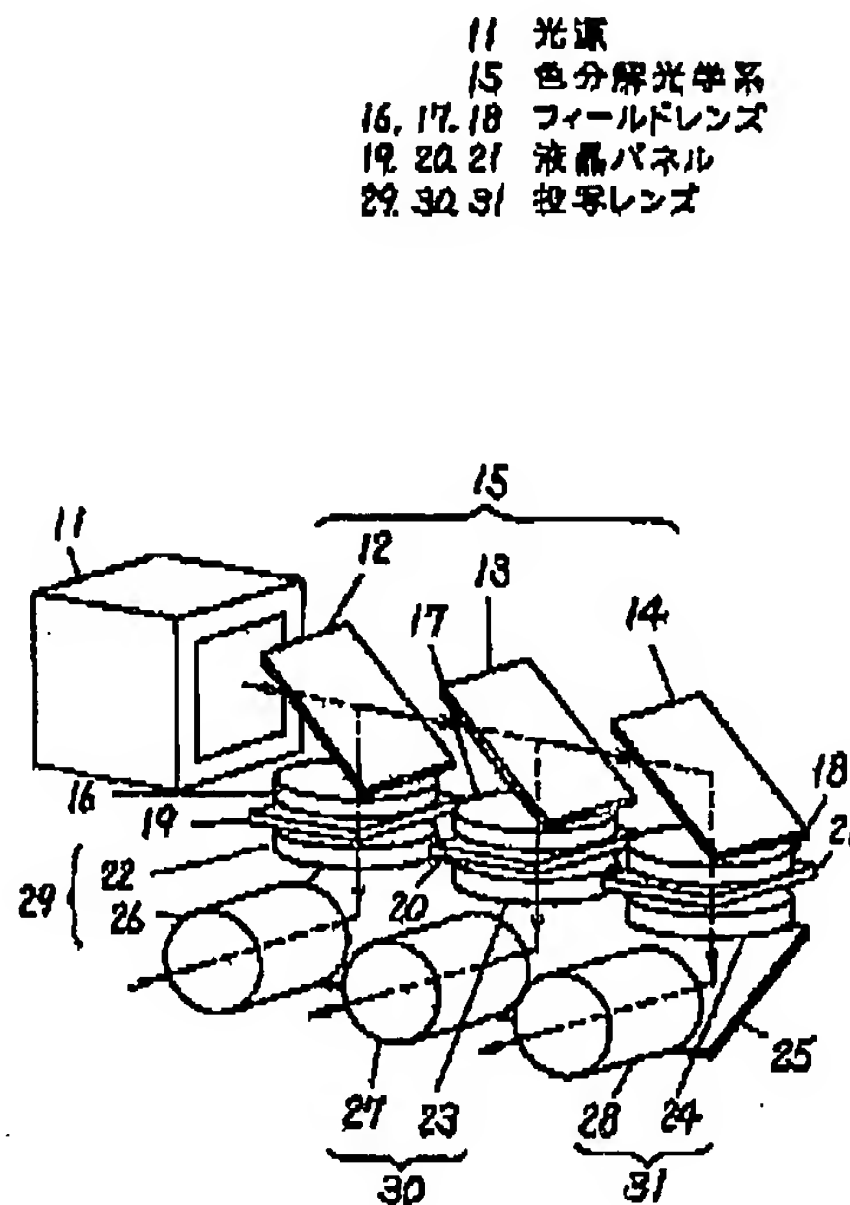
(15)

特開平6-160708

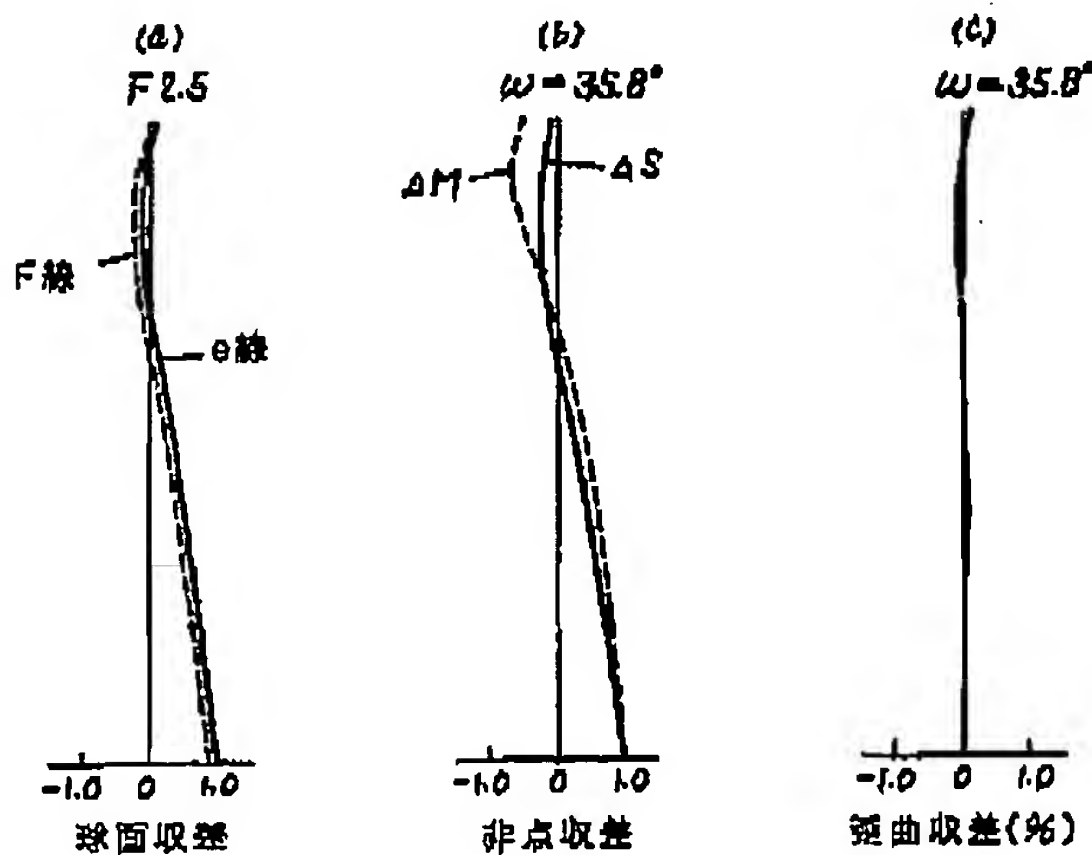
【図6】



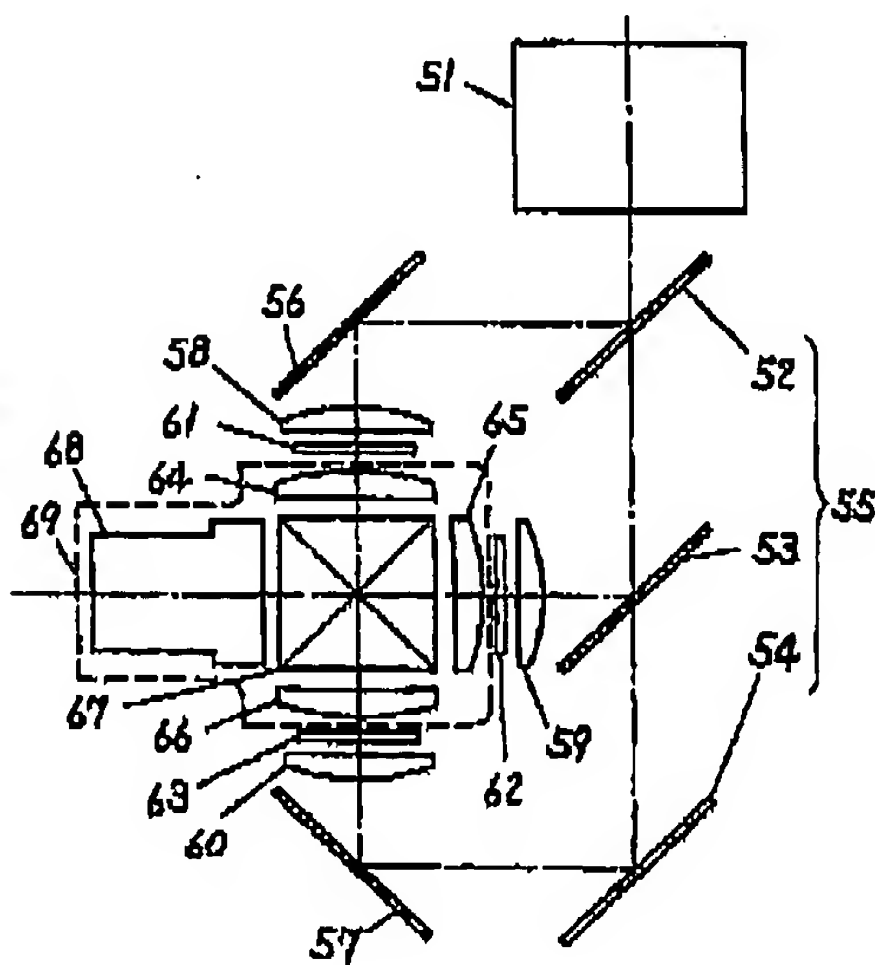
【図14】



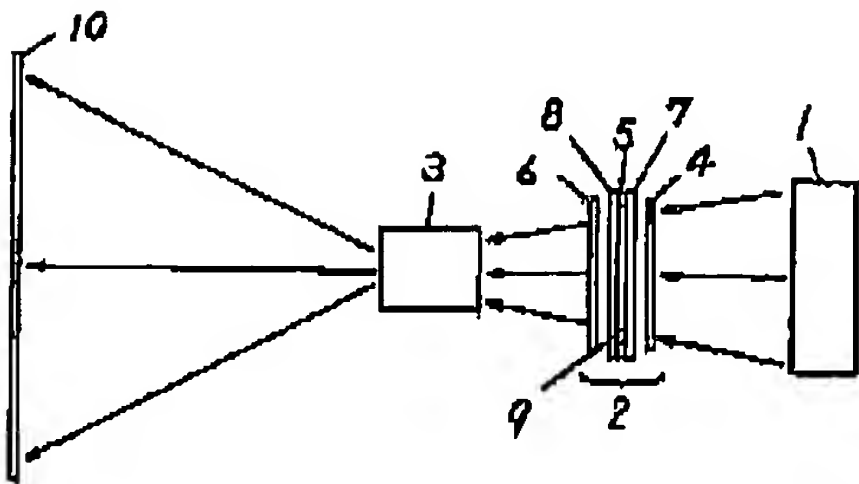
【図7】



【図16】



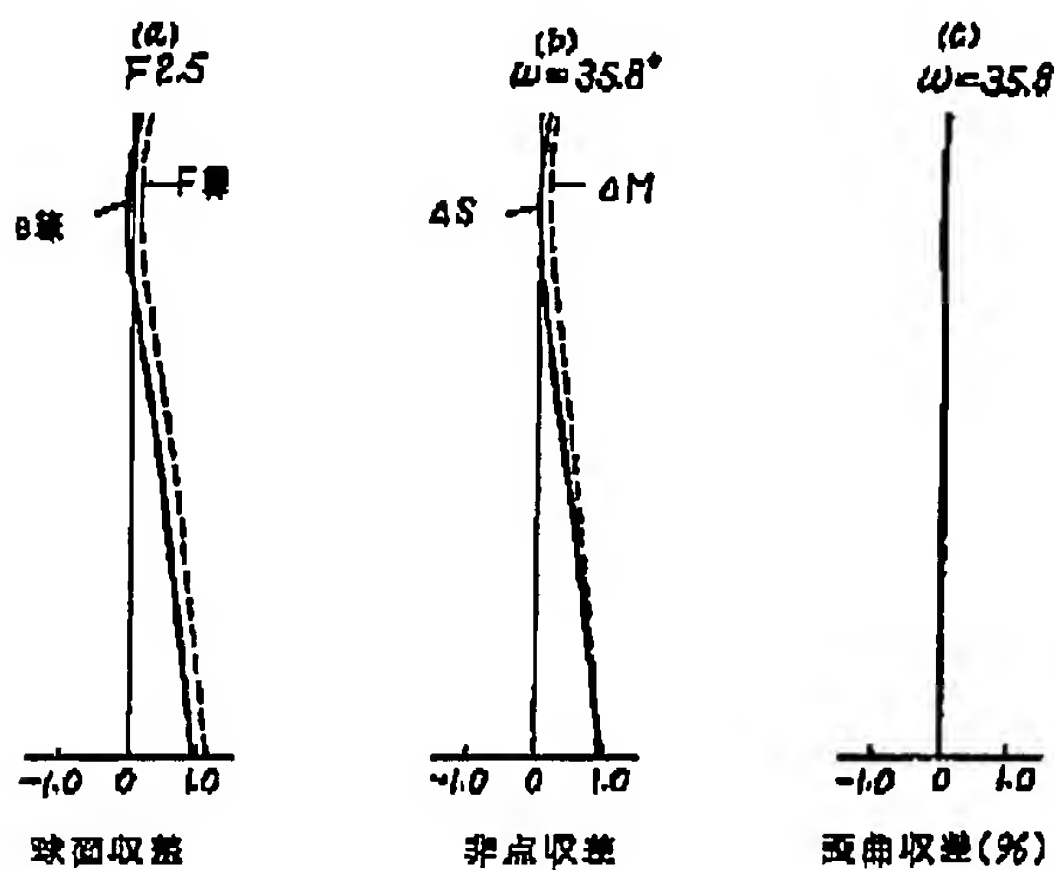
【図17】



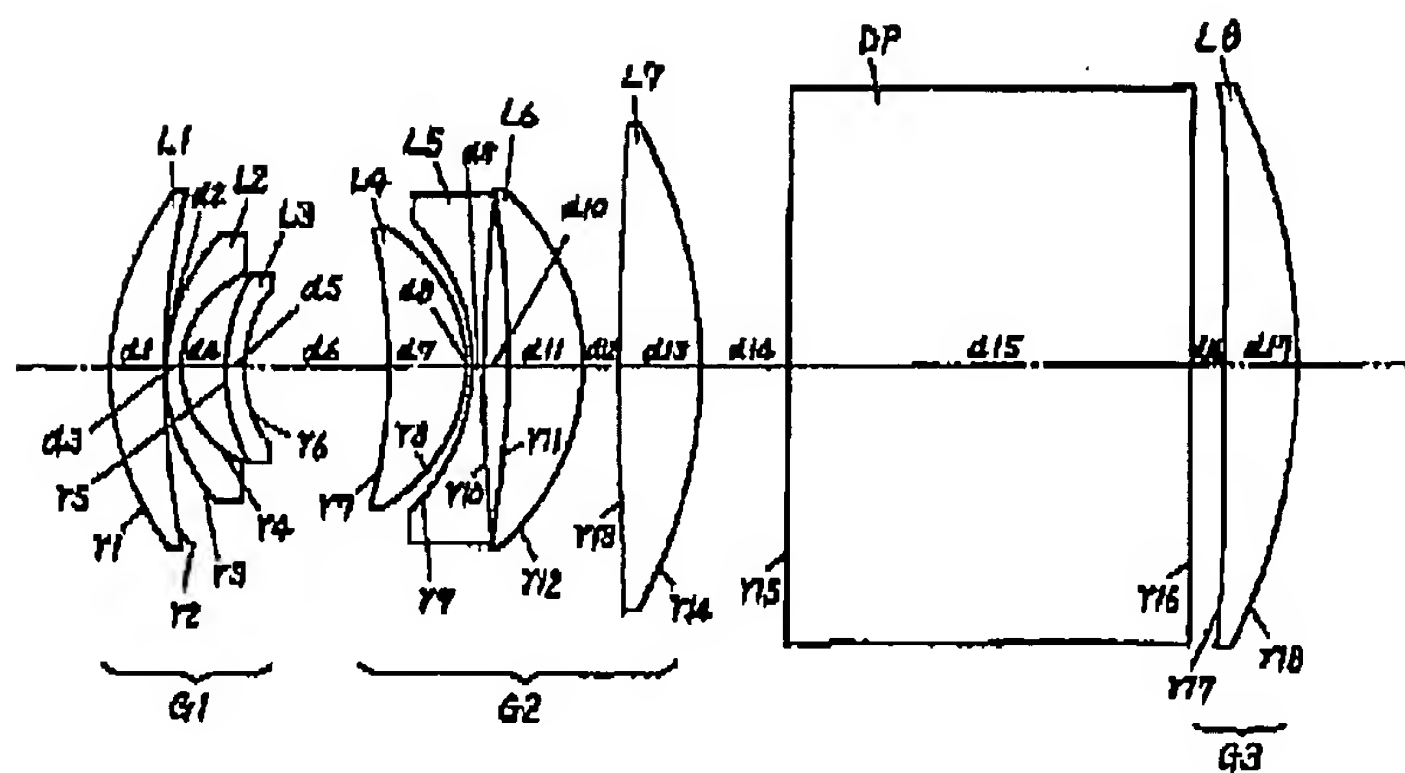
(16)

特開平6-160708

【図9】



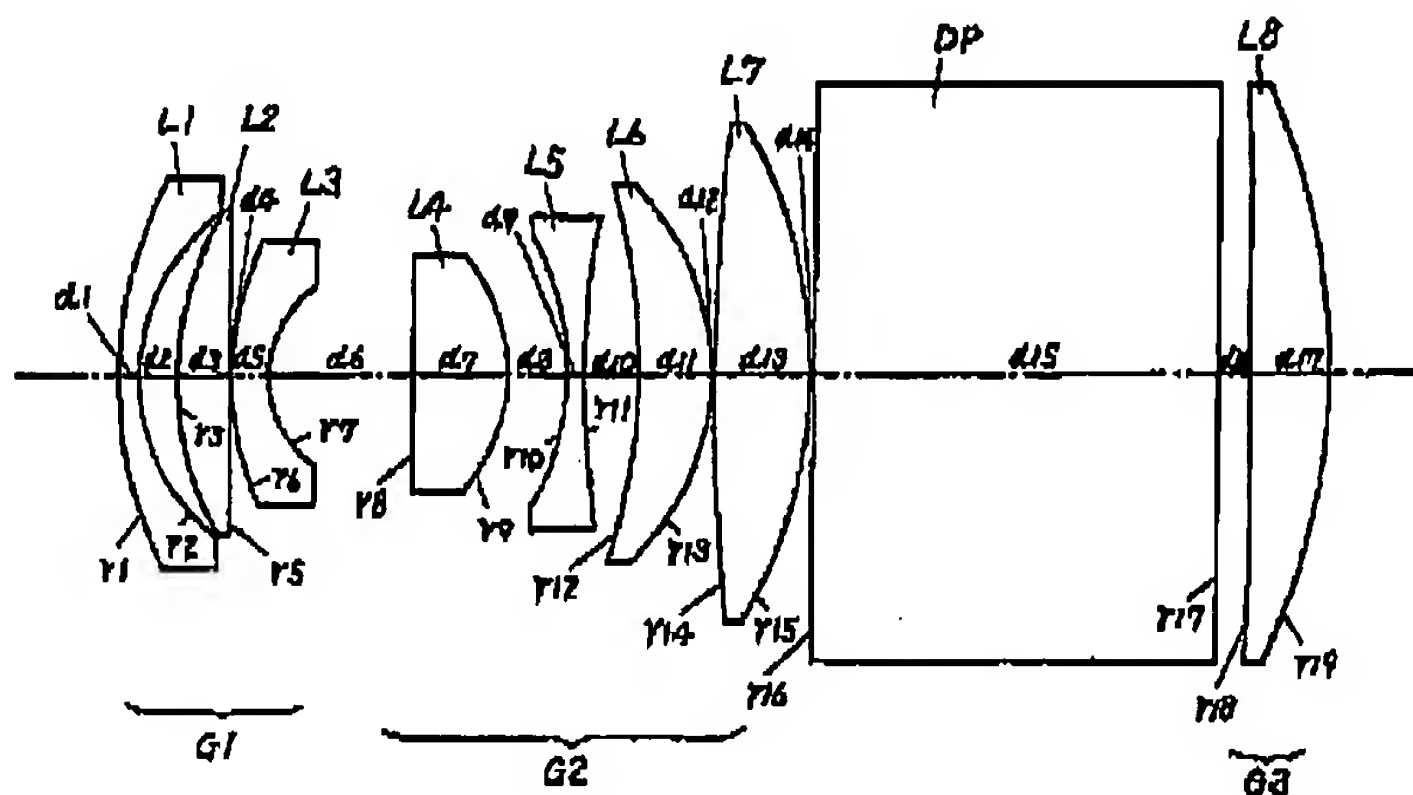
【図10】



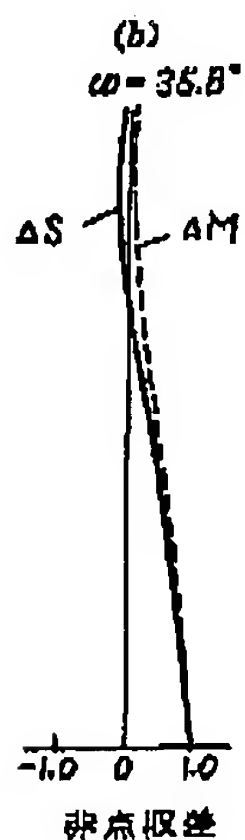
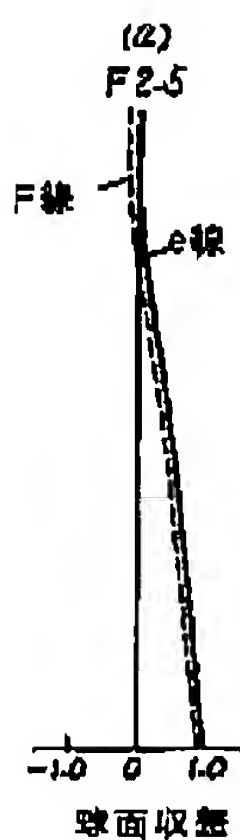
(17)

特開平6-160708

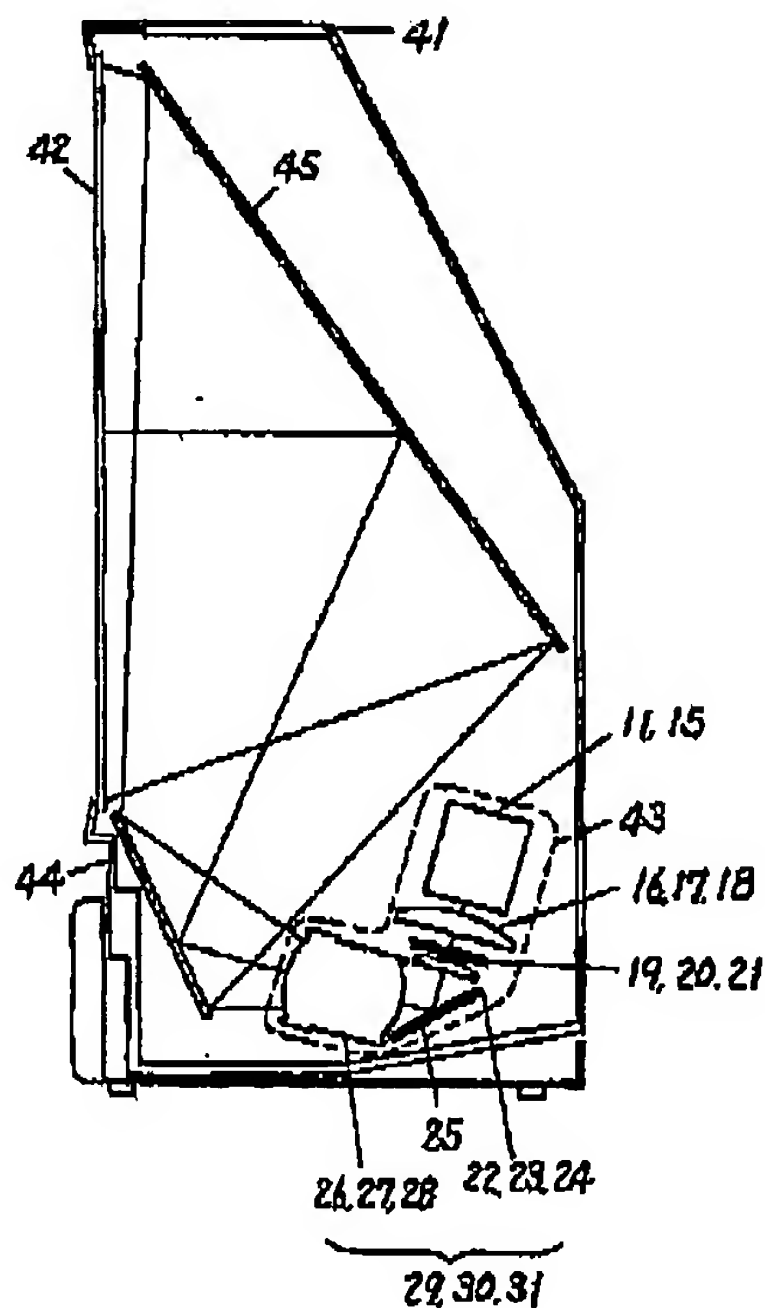
【図11】



【図12】



【図15】



(18)

特開平6-160708

【図19】

